

令和 2 年度厚生労働科学研究費補助金（地域医療基盤開発推進研究事業）
「新規及び既存の放射線診療に対応する放射線防護の基準策定のための研究」
令和 2 年度 分担研究報告書

放射線診療従事者等に対する研修プログラムの作成

研究分担者	松原 孝祐	金沢大学医薬保健研究域保健学系
研究協力者	稲木 杏吏	金沢大学附属病院核医学診療科
	郷田紗弥香	滋賀県立総合病院研究所
	作原 祐介	国家公務員共済組合連合会斗南病院放射線診断科
	藤淵 俊王	九州大学大学院医学研究院保健学部門

研究要旨

各医療機関において放射線診療に従事する者に対する診療用放射線の安全利用のための研修を実施するにあたり、より有効性の高い研修を実施するために活用できるコンテンツを作成した。研修動画は、研修を独自に開催することが難しい診療所等で、研修を実施する際に用いていただくためのものであり、2020年版 A, B, C の 3 通りを作成し、それぞれ異なる確認問題を収載した。公開後は多くの医療機関で活用されている。また、日本放射線技術学会に本分担研究が協力する形で、研修用サンプルスライドの作成および公開を進めた。これらのコンテンツが、各医療機関において有効性の高い研修を実施するために活用されることが期待される。本研究の成果に基づき、引き続き研修プログラムの作成を進めていく必要がある。

1. 背景

我が国では国際放射線防護委員会の基本勧告に基づいた放射線防護体系の整備が行われてきている。国際放射線防護委員会は、放射線防護の目的を達成するために、正当化、防護の最適化、線量限度の適用の 3 つを放射線防護体系の三原則として導入することを勧告している¹⁾。患者の医療被ばくが他の被ばくと大きく異なるのは、その被ばくによって患者に便益がもたらされるという点である。つまり、被ばくを伴う検査や治療を受けることによって、病気の診断ができる、もしくは病気が治癒するという便益がもたらされる。

平成 24 年（2012 年）に IAEA（International Atomic Energy Agency）と WHO（World Health Organization）の共同声明として、Bonn Call-for-Action が発表された²⁾。その中では、正当化および防護の最適化の原則の実行や、専門家への教育・訓練の強化、医療放射線防護に関する戦略的研究課題の促進、医療被ばくと医療におけ

る職業被ばくに関する有益な包括的情報の利用可能性の向上，放射線による便益・リスクに関する対話の促進などが述べられており，Awareness（放射線リスクの正しい認識），Appropriateness（検査の適切性の保証），Audit（点検・評価）の「3つのA」を導入する必要性についても述べられている。

一方で，患者の医療被ばくに線量限度を設けることは，放射線診療の中止・制限や放射線量の過度な低減につながり，結果的に診断の質の低下や，本来治癒するはずの病気が治癒しないという状況が生じる可能性があるため，放射線防護体系の三原則のうちの線量限度の適用については患者の医療被ばくには適用されず，他の原則である正当化と防護の最適化により重点が置かれている¹⁾。そのような背景の中で，正当化と防護の最適化をより効果的に推進するとともに，各医療機関において診療用放射線の利用に係る安全な管理を行っていくために，医療法施行規則に診療用放射線に係る安全管理体制に関する規定が追加され，令和2年（2020年）4月1日より施行された。その中には，放射線診療に従事する者に対する診療用放射線の安全利用のための研修（以下，研修）を行うことが規定されている。この研修の実施は，放射線診療を受ける者の被ばく線量の管理を適切に行っていくためには必要不可欠である。

しかしながら，必ずしも全ての放射線診療従事者が放射線管理に関する適切な教育を受けているわけではないことから，研修を単なる“義務”として済ませるのではなく，放射線診療従事者にとって有効性の高い研修を実施していく必要がある。そのためには多職種の放射線診療従事者に対応した，効果的な研修プログラムを作成する必要がある。

そこで本分担研究では，研修プログラムの一環として，より有効性の高い研修を実施するために活用できるコンテンツとして，研修動画および研修用サンプルスライドを作成し，公開を進めた。

2. 方法および結果

2.1. コンテンツに含めるべき項目・内容の整理

医療法施行規則に追加された診療用放射線に係る安全管理体制に関する規定では，①患者の医療被ばくの基本的な考え方に関する事項，②放射線診療の正当化に関する事項，③患者の医療被ばくの防護の最適化に関する事項，④放射線の過剰被ばくその他の放射線診療に関する事例発生時の対応等に関する事項，⑤患者への情報提供に関する事項の5項目を含む研修を行うことが要求されている。そこで研修動画および研修用サンプルスライドの作成にあたり，①～⑤のそれぞれで取り扱うべき項目・内容について抽出を行った。

抽出した結果を資料1に示す。5項目のそれぞれに関する項目・内容を幅広く抽出することができた。

2.2. 研修動画の作成および公開

研修動画は、研修を独自に開催することが難しい診療所等で、研修を実施する際に用いていただくためのものである。そこで、2.1で抽出した項目・内容のうち、動画に含めるべき内容を診療所向けに絞り込んだ上で、動画の作成を開始した。動画はPowerPointをベースに作成し、ノート欄には説明用の原稿を記載した上で、その原稿を音声変換し、スライドショーとして記録を行ったものを動画形式で保存した。

また、動画の閲覧を証明するための確認問題（五者択一形式）を作成した。確認問題はそれぞれの項目について1問ずつの計5問を1つの動画に含めた。動画は3通り作成し、それぞれに異なる確認問題を収載することにより、複数年度の研修で活用できるようにした。

動画の完成後は、日本医師会の監修を受けた上で、日本医師会公式チャンネル（YouTubeサイト）および日本歯科医師会Eシステムに掲載されており、無償で閲覧することができるようになっている。動画の元となっているスライドを資料2に示す。日本医師会公式チャンネルに公開されている動画は、2021年2月末現在、2020年版A、B、Cの3通りで合計80,000回程度の再生回数となっており、多くの診療所等でご活用いただいている現状をうかがい知ることができた。

2.3 研修用サンプルスライドの作成および公開

日本放射線技術学会に本分担研究が協力する形で、研修用サンプルスライドの作成を進めた。2.1で抽出した項目・内容をベースにして、主に中規模～大規模病院における研修で用いることを想定したサンプルスライドをPowerPointをベースに作成した。また、ノート欄には担当する講師が説明の際に活用できるよう、詳しい説明文を記載した。研修時に使用できる確認問題例も併せて作成した。

作成したスライドはPDF形式に変換した上で、ノート欄付きとノート欄無しの2種類を用意した。ここでノート欄無しは研修時の投影スライドとして、ノート欄付きは講師の手持ち資料として活用いただくことを想定したものである。

日本放射線技術学会2020年度第4回理事会（令和2年（2020年）11月23日開催）において、②放射線診療の正当化に関する事項を除く4項目に関する研修用サンプルスライドおよび確認問題例の公開について承認が得られ、令和3年（2021年）3月に同学会ウェブサイトにおける公開が開始された。公開されたスライドを資料3に示す。公開範囲に制限はなく、同学会員はもちろんのこと、同学会員以外でも無償でダウンロードが可能である。また、②放射線診療の正当化に関する事項に関しても、研修用サンプルスライドの作成を進めているところである。

3. 考察

研修動画は、当初は研修を独自に開催することが難しい診療所等で、研修を実施す

る際に用いていただくことを想定して作成したが、新型コロナウイルス感染症拡大の影響等により、実際には診療所以外の病院等の医療機関でも広く使用されているのが現状である。本分担研究で作成した研修動画は、その使用対象を診療所に限定しているわけではないが、病院向けの研修動画としては内容が不十分な可能性がある。令和3年（2021年）3月に研修用サンプルスライドの公開を開始し、こちらは中規模～大規模病院における研修で用いることを想定していることから、今後は自施設で講師を手配して研修を開催できる施設に関しては、研修動画ではなく、研修用サンプルスライドを活用いただくよう、宣伝活動を進めていきたい。

研修動画および研修用サンプルスライドについては、実際に使用された方を対象とした調査を行い、これらの有効性の検証を行うとともに、この有効性の検証を踏まえ、研修動画や研修用サンプルスライドの改良、研修実施マニュアルの作成などを視野に入れた、研修の有効性を高めるための取り組みを行っていく必要があると考えている。

4. 結語

より有効性の高い研修を実施するために活用できるコンテンツとして、研修動画および研修用サンプルスライドの作成を行い、ウェブサイトは無償で公開した。これらのコンテンツが、各医療機関において有効性の高い研修を実施するために活用されることが期待される。本研究の成果に基づき、引き続き研修プログラムの作成を進めていく必要がある。

参考文献

- 1) International Commission on Radiological Protection (ICRP). The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. Ann ICRP 2007;37(2-4)
- 2) World Health Organization, Bonn call for action, 10 Actions to Improve Radiation Protection in Medicine in the Next Decade
https://www.who.int/ionizing_radiation/medical_radiation_exposure/BonnCallforAction2014.pdf?ua=1

資料 1 研修にて取り扱うべき項目・内容の抽出結果

I. 医療被ばくの基本的な考え方に関する事項

対象者：

- ①放射線検査を依頼する医師および歯科医師
- ②IVR や X 線透視・撮影等を行う医師および歯科医師
- ③放射線科等放射線診療に広く従事する医師，医療放射線安全管理責任者
- ④診療放射線技師
- ⑤放射線診療を受ける者への説明等を実施する看護師
- ⑥放射性医薬品を取り扱う薬剤師

含めるべき項目・内容：

1.1 放射線に関する基本的知識

1.1.1 放射線の種類と特徴

(1) 放射線の種類と透過力の違い

α 線， β 線， γ 線，X 線，中性子線，陽子線，重粒子線

(2) 放射線発生装置より発生させる放射線

放射線発生装置・照射装置の種類，放射線の特徴

(3) 放射性物質より発生する放射線

放射性物質の定義，物理学的半減期・生物学的半減期・実効半減期

1.1.2 放射線管理に用いられる諸線量

(1) 物理量

放射能，吸収線量

(2) 防護量

等価線量，実効線量，預託線量

(それぞれの概念，医療被ばくの説明で使う際の注意事項などを含む)

(3) 実用量

周辺線量当量・方向性線量当量・個人線量当量

1cm 線量当量・70 μ m 線量当量・3mm 線量当量

1.1.3 放射線被ばくの種類

(1) 放射線源による分類

自然放射線による被ばく・人工放射線による被ばく

(2) 被ばくの内容による分類

医療被ばく・職業被ばく・公衆被ばく

(3) 被ばくの形態による分類

外部被ばく（体外照射）・内部被ばく（体内照射）

(4) 被ばくの範囲による分類

全身被ばく（全身照射）・局所被ばく（部分照射）

(5) 被ばくの間隔による分類

急性被ばく・分割被ばく・遷延被ばく・慢性被ばく

1.2 放射線の生物学的影響に関する基本的知識

1.2.1 放射線による DNA の損傷

(1) DNA 損傷の機序・種類

間接作用と直接作用

塩基脱離・塩基修飾・架橋形成・鎖切断（一本鎖切断，二本鎖切断）

(2) 二本鎖切断の修復機構

非相同末端結合・相同組換え

(3) 線量率効果

1.2.2 放射線による生物学的影響の分類

(1) 影響が発生する個体に着目した分類

身体的影響・遺伝的影響

(2) 影響の現れ方・現れる機序による分類

確率的影響・組織反応（確定的影響）

(3) 影響が発生する時期に着目した分類

急性障害・晩発（性）障害

1.3 組織反応（確定的影響）のリスク

(1) 組織反応の線量—反応関係

(2) しきい線量の定義

(3) 各種組織反応のしきい線量

1.4 確率的影響のリスク

(1) 確率的影響の線量—反応関係

(2) 直線しきい値なしモデル，その他のモデル

1.5 放射線防護の基本的な考え方

(1) 放射線防護の三原則

正当化・防護の最適化・線量限度の適用

(2) 患者の医療被ばくにおける放射線防護の考え方

正当化・防護の最適化

II. 放射線診療の正当化に関する事項

対象者：

- ①放射線検査を依頼する医師および歯科医師
- ②IVR や X 線透視・撮影等を行う医師および歯科医師
- ③放射線科等放射線診療に広く従事する医師，医療放射線安全管理責任者

含めるべき項目・内容：

2.1 科学的背景

- (1) 放射線診療の標準的な線量
- (2) 放射線発がんに関するエビデンス
- (3) 小児への放射線影響に関するエビデンス

2.2 放射線診療における正当化の原則

- (1) 正当化の基本的な考え方
- (2) 放射線診療によるベネフィット
- (3) 放射線診療によるリスク

2.3 正当化のプロセス

- (1) 患者の医療被ばくにおける正当化
- (2) 定義された放射線医学的手法に関する正当化のプロセス
- (3) 個々の患者への放射線利用に関する正当化のプロセス
- (4) 画像診断検査の照会ガイドラインとその活用
- (5) 臨床判断決定支援（CDS：Clinical Decision Support）

III. 医療被ばくの防護の最適化に関する事項

対象者：

- ②IVR や X 線透視・撮影等を行う医師および歯科医師
- ③放射線科等放射線診療に広く従事する医師，医療放射線安全管理責任者

- ④診療放射線技師
- ⑥放射性医薬品を取り扱う薬剤師

含めるべき項目・内容：

3.1 放射線診療における防護の最適化の原則

- (1) ALARA (as low as reasonably achievable) の原則
- (2) 画像診断検査における ALARA の考え方
- (3) 画質と線量・投与量の関係

3.2 診断参考レベル

- (1) 診断参考レベルの概念
- (2) 本邦における診断参考レベル
- (3) 診断参考レベルによる最適化のプロセス

IV. 放射線の過剰被ばくその他の放射線診療に関する事例発生時の対応等に関する事項

対象者：

- ①放射線検査を依頼する医師および歯科医師
- ②IVR や X 線透視・撮影等を行う医師および歯科医師
- ③放射線科等放射線診療に広く従事する医師，医療放射線安全管理責任者
- ④診療放射線技師
- ⑤放射線診療を受ける者への説明等を実施する看護師
- ⑥放射性医薬品を取り扱う薬剤師

含めるべき項目・内容：

4.1 放射線障害が生じたおそれのある事例

- (1) IVR による放射線障害の事例
皮膚障害など
- (2) CT による放射線障害の事例
CT 透視による皮膚紅斑，Perfusion CT による脱毛など
- (3) 核医学検査による放射線障害の事例
小児への過剰投与，血管外漏出
- (4) その他の検査による放射線障害の事例

4.2 有害事例等が生じた場合の対応

- (1) 想定される有害事例等
- (2) 当該医療機関内における報告体制
- (3) 有害事例等と医療被ばくの関連性の検証方法
- (4) 有害事例発生時の処置方法
- (5) 改善，再発防止のための方策の立案方法

V. 放射線診療を受ける者への情報提供に関する事項

対象者：

- ①放射線検査を依頼する医師および歯科医師
- ②IVR や X 線透視・撮影等を行う医師および歯科医師
- ③放射線科等放射線診療に広く従事する医師，医療放射線安全管理責任者
- ④診療放射線技師
- ⑤放射線診療を受ける者への説明等を実施する看護師（受付担当者も含む）
- ⑥放射性医薬品を取り扱う薬剤師

含めるべき項目・内容：

5.1 当該医療施設における情報提供の方針

- (1) 当該医療施設における説明行為の対応者
- (2) 診療実施前における当該医療施設の説明方針
- (3) 診療実施後における当該医療施設の説明方針

5.2 診療実施前の説明に関する事項

- (1) 説明の目的
- (2) リスク・ベネフィットを考慮した検査・治療の必要性の伝え方
- (3) 当該検査・治療により想定される被ばく線量およびその影響の伝え方
- (4) 当該医療施設で実施している医療被ばくの低減に関する取り組みの伝え方
- (5) 説明の具体的事例

5.3 診療実施後の説明に関する事項

- (1) 説明の目的
- (2) リスク・ベネフィットを考慮した検査・治療の必要性の伝え方
- (3) 当該検査・治療により想定される被ばく線量およびその影響の伝え方
- (4) 有害事例等が確認された場合の対応方法
- (5) 説明の具体的事例

以上